

Baudenkmalpflege - Ein Bericht über Lehre und Forschung

Rostásy, Ferdinand Stefan

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1996 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.67-76



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

FERDINAND STEFAN ROSTÁSY, Braunschweig

Baudenkmalfpflege – Ein Bericht über Lehre und Forschung*

Braunschweig, 11.10.1996

1. Einleitung

Um es vornweg zu sagen: Dies wird kein wissenschaftlicher Vortrag werden. Es geht mir vielmehr darum, Ihnen einen Eindruck über das Lehren und Forschen in einem Arbeitsgebiet des Lehrstuhls für Baustoffkunde und Stahlbetonbau zu vermitteln. Es ist dies die Baudenkmalfpflege.

Als ich vor mehr als zwanzig Jahren an die Technische Universität kam, wußte ich nur wenig über Baudenkmalfpflege und deren mannigfaltigen Aspekte. So wußte ich auch nicht, daß damals Braunschweig eine Hochburg eines Teils der Baudenkmalfpflege, nämlich der Sicherung historischer Konstruktionen war. Unser hochverehrter Kollege Klaus Pieper lehrte und forschte hier, viele Impulse gingen von ihm aus.

Als er bald nach meiner Ankunft emeritiert wurde, entschloß ich mich – von seinen Schriften, Vorträgen und von Gesprächen mit ihm längst infiziert – seine Vorlesung über Baudenkmalfpflege für Studenten der Architektur und des Bauingenieurwesens fortzuführen, auf meine Weise versteht sich. Es erschien mir unannehmbar, diese Braunschweiger Tradition dahinschwinden zu sehen. Dies liegt etwa 17 Jahre zurück. Zur eigenständigen Forschung bedurfte es noch weiterer Jahre.

Soviel zum Anlaß und zur Geschichte der eigenen Lehre und Forschung. In der Zwischenzeit sind unsere Einsichten gewachsen. Reflexion über die Rolle der Bauingenieure in der Denkmalfpflege, über eine sinnvolle Lehre und Forschung wird möglich. Diese Reflexion soll hier entlang folgender Fragen geschehen:

1. Welche Aufgaben hatten Bauingenieure bislang in der Denkmalfpflege zu erfüllen und welche neuen werden auf sie zukommen?
2. Welche Folgerungen sind für die Lehre zu ziehen?
3. Welche Folgerungen sind für die Forschung abzuleiten?

Denkmalfpflege hat die Aufgabe, kulturelles Erbe zu bewahren. Gemeint sind damit Kulturdenkmäler künstlerisch-handwerklichen Schaffens, hier Bauwerke. Das strikte Festsetzen eines sozusagen erst zum Denkmal qualifizierenden Entstehungsjahres des Werkes ist unnötig. Wesentlich ist der historische Zeugniswert im Kulturzusammenhang.

Die Denkmalfpflege, wie wir sie heute verstehen, ist nur etwa 150 Jahre alt. Denkmalfpflege beginnt am realen Fall mit der Erforschung der historischen Quelle des Denkmals und dessen künstlerischen, ästhetischen Inhalts. Dies ist im allgemeinen Arbeit der Bau- und Kunsthistoriker sowie der Konservatoren. Dann muß der materielle Bestand unter-

* Kurzfassung eines Vortrags vor der Klasse für Ingenieurwissenschaften

sucht sowie dessen zeitliche Veränderung durch Altern, Verfall, Beschädigung und Verfälschung erkundet werden. Bei dieser Aufgabe treten Naturwissenschaftler, Archäologen und Techniker hinzu. Die Denkmalpflege in ihrem praktischen Teil ist der Schutz und die Sicherung von Baudenkmalern vor dem Verfall, auch im Zusammenhang von Umbau und Nutzung. Hierbei stehen Architekten und Ingenieure den Konservatoren gegenüber, die man als Anwälte des schutzbedürftigen Denkmals bezeichnen könnte. Häufig entsteht in diesem Gebiet Widerstreit.

2. Über Schäden an Baudenkmalen und die Aufgaben von Bauingenieuren in der Denkmalpflege

Als nächstes wende ich mich den Aufgaben der Bauingenieure in der Denkmalpflege zu. Welche waren es bislang, welche werden künftig anstehen? Seit Beginn dieses Jahrhunderts bearbeiten Bauingenieure Probleme der statisch-konstruktiven Sicherung, der Gründung und Konstruktionen gefährdeter historischer Bauwerke, sowie Aufgaben der Verstärkung bei deren Umnutzung. Die Ingenieure Rüth und Pieper müssen als Wegweiser genannt werden. Interessanterweise ist die Geburtsstunde der Statik mit einem Sicherungsgutachten verbunden. Es ist dies der Verstärkungsvorschlag für die Kuppel des Petersdoms, den die drei Jesuitenpatres um 1740 vorgelegt haben.

Die Aufgaben der Bauingenieure kann man ehestens am Verfall der Baudenkmale dingfest machen. Aus diesem Grund folgt hier ein knapper Exkurs über die vielfältigen Schäden, deren Ursachen und über Therapien. Die meisten Gefahren für die Tragkonstruktion und für die Baustoffe historischer Bauwerke gehen von drei Quellen aus: Baugrund, Wasser und Mensch. Diese drei Quellen treten fast immer gemeinsam auf. Unter Mensch verstehe ich den Baumeister, den Handwerker, den Denkmalpfleger, den Nutzer, den Krieger und alle anderen, die das Bauwerk gefährden können.

Die Urstromtäler waren und sind die bevorzugten Siedlungsgebiete. In ihnen sind die Böden weich und setzungsempfindlich. Der Grundwasserspiegel liegt hoch. Die alten Baumeister besaßen auch ohne Statik ein untrügliches Gespür für den Abtrag der Kräfte in der Konstruktion. Von Gründung, Setzung und Fundamentverdrehung scheinen sie weniger gewußt zu haben. Viele Schäden der Konstruktion nehmen deshalb ihren Ausgang bei einer mangelhaften Gründung.

Schwere Lasten wurden über gerade wandbreite Fundamente dem oft weichen Baugrund zugewiesen. Der oben rd. 1,3 m schiefe Turm der Katharinenkirche in Braunschweig (Bild 1) zeichnet die Setzungsmulde nach. Er lehnt sich dabei an das Langhaus und erzeugte Risse in den Wänden sowie im Maßwerk der gotischen Fenster. Aber auch die Neubaumaßnahme in der Nähe, die Grundwasserabsenkung und Verkehrserschütterung aktivieren erneute Bodenverformung, ganz zu schweigen von der Kriegswirkung. Pieper hat vor allem wegen der Verkehrserschütterungen am Hagenmarkt die Gründung des Turms von St. Katharinen durch einen Spannbetonkragen und Pfähle gesichert.

Bei trockenem Baugrund wurden die Wände und Pfeiler i.d.R. auf Packlagen aus Feldsteinen oder Gesteinsblöcken gegründet. Weil das Absenken des Grundwassers

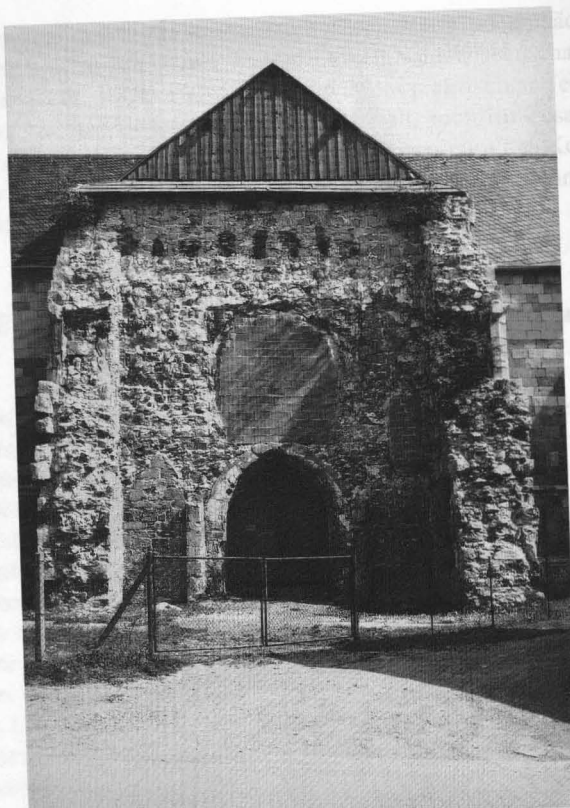


Bild 1:

Der schiefe Turm am Hagenmarkt, St. Katharinen in Braunschweig

noch nicht gelang, blieb man mit der Gründungssohle oberhalb des Grundwasserspiegels. In den aufgeweichten Aueböden wurden z.B. Spickpfähle eingetrieben. Auf sie wurde ein Eichenbohlenbelag als Gründungsebene gelegt. Grundwasserabsenkungen führen zum Trockenfallen der Holzpfähle und Bohlen, die dann durch Fäulnis zerstört werden.

Baugrundverformungen und der Verfall der Gründung erzeugen Schäden in der aufgehenden Konstruktion. Die Mauerwerksscheiben, oft von großen Maßwerkfenstern durchbrochen, reißen. Bei Gewölben nimmt der Schub zu, weil die Kämpfer auswandern und die Stützlinie absinkt. Die Einsturzgefahr steigt. Dazu kommen noch alte handwerkliche Mängel: Wände und Pfeiler wurden selten im Verband gurchgemauert. Das sog. Schalenmauerwerk herrscht vor: Mehr oder weniger im Verband gemauerte, steintiefe Außenschalen und innen mangelhaft vermörtelter Steinschutt oder Feldsteine. Dies ist eine schadensträchtige Bauweise. Bild 2 zeigt das Westwerk von St. Johannis in Ellrich



*Bild 2:
Dreischaliger Wandstummel des Turmrestes, St. Johannis, Ellrich*

im Südharz oder genauer, die Reste des abgegragene Turmes. Die Mehrschaligkeit der Mauerstummel ist zu erkennen.

Zur Sanierung solcher Mauern wurden die vermörtelten Nadelanker entwickelt. Sie stellen sozusagen Gräten dar, die das Haufwerk verfestigen. Bei vielen norddeutschen Kirchen sind die Innenschalen des alten Mauerwerks ab ovo mit Gipsmörtel verfüllt worden. Gipsvorkommen gab es viele, das Brennen zu Baugips war billig. Und: der Gipsmörtel wurde im Vergleich zum Luftkalkmörtel sofort hart. Die nachträgliche Injektion von Zementmörtel in die restlichen Hohlräume mit dem Ziel der Verfestigung des zerrütteten Mauergefüges hat oft schwere Treibschäden verursacht. Man wußte noch nicht, daß bestimmte Zementminerale mit dem alten Gips treibend reagieren. Bild 3 zeigt, wie diese chemische Unverträglichkeit zur Ausbauchung der Wand der Kirche in Zorge geführt hat. Trennrisse in Wänden werden häufig durch Injektion und Vorspannung saniert. Bei Gewölben richtet man die Gewölbekraft durch Zugbänder wieder auf. All diese Sicherungen stellen oft schwere Eingriffe in die historische Substanz dar.



Bild 3:
Wandausbauchung durch Gipstreiben, Kirche in Zorge

Heute bevorzugen wir ein schonendes Vorgehen: *minima invasio, maxima efficientia* ist die Devise.

Das Wasser ist ein arger Feind. Es steigt aus dem Boden hoch und durchfeuchtet die Wände. Auch Mängel des Handwerks und der Pflege führen zur Durchfeuchtung von Wand und Holzwerk. Die neuzeitliche Heizung von Kirchen bringt die „historische“ Bauphysik aus dem Gleichgewicht. Feuchteschäden an Putzen, Wandmalereien und Holzteilen sind die Folge. Viele Sandsteine sind zwar gut zu behauen, aber sehr porös. Infolge der Witterung, überhöht durch Luftschadstoffe, sind in den letzten 100 Jahren schwere Schäden an Naturstein- und Ziegelbauten sowie an Bauornamenten entstanden.

Aus diesem knappen Überblick über die vielfältigen Schäden an Baustoffen, Konstruktionen und Gründungen sind die möglichen Betätigungsfelder von Bauingenieuren und Architekten zu erkennen. Die Sicherung historischer Konstruktionen stellt eine äußerst anspruchsvolle Ingenieuraufgabe dar. Man erkennt, daß gute baustatische Kenntnisse allein nicht genügen. Notwendig ist ein solides Fundament über Bauge-

schichte, historische Baustoffe, Handwerkstechniken und Konstruktionen, über Bauphysik und über die Schadensmechanismen. Vieles hiervon ist auch vom Architekten abzuverlangen, der als Planer und/oder Bauleiter eine Restaurierung, eine Umnutzung etc. zu betreuen hat.

3. Folgerungen für die Lehre

Der Abriss über Verfall und Sanierungsmethoden gibt auch Impulse für die Lehre und Forschung. Beginnen wir aber mit dem Heute. Welche Ziele und Inhalte weist unsere Lehre bislang auf? Die Vorlesung „Schutz und Sicherung historischer Bauwerke“ wird von Studenten der Architektur und des Bauingenieurwesens gehört. Sie ist „nur“ eine Wahl- bzw. Wahlpflichtveranstaltung. Umso mehr verblüfft, daß sie alljährlich von rd. 200 Hörern besucht wird. Ziele und Inhalte muß der Professor bestimmen. Der aber ist Bauingenieur, Werkstoffkundler und Konstrukteur. Hieraus entsteht Schwerpunktsetzung: alte Baustoffe und schwere Konstruktionen aus Ziegeln und Naturstein in ihrer historischen Gebundenheit; Möglichkeiten wirksamen Schutzes und schonender Sicherung. Aber weil es sich hierbei nur um Grundlagen und Prinzipien handeln kann, kommen in dieser Lehrveranstaltung auch weitere Vortragende zu Wort. Es sind dies zumeist Architekten und Ingenieure, die in der Denkmalpflege praktisch tätig sind. Dieses Wechselspiel zwischen Universität und Praxis erzeugt Lebendigkeit und Praxisbezug.

Die Lehrveranstaltung „Schutz und Sicherung historischer Baukonstruktionen“ wird von den Studenten mit einer Übungsarbeit am realen Objekt abgeschlossen. Das Objekt ist stets ein historisches Bauwerk. Hierzu zwei Beispiele: Das Herrenhaus in Sickinge; St. Nikolaus in Hamburg. Die Aufgabenstellung für die jeweils vier Studenten einer Arbeitsgruppe umfaßt im allgemeinen: Zustandsbeschreibung durch Fotodokumentation, Aufmaß; Schadensbeschreibung, -kartierung; Ausarbeitung von Therapievorschlügen u.a.m. In manchen Jahren mußten wir bis zu 15 Objekte im Braunschweiger Land, im Harz, in Thüringen und Sachsen-Anhalt finden. Ohne die unschätzbare Hilfe von Architektur- und Ingenieurbüros, von Konservatoren, Gemeinden, Ortskirchen u.a. würde dies nicht gelingen. Die Arbeit vor Ort unmittelbar am und mit dem Bauwerk macht den Studenten, dem Hochschullehrer und seinen Assistenten immer viel Freude. Erstaunliche Ergebnisse werden erzielt, viel Begeisterung und Mühe investiert, und dies alles für ziemlich wenig „credit points“.

Die Baudenkmalpflege ist ein besonderes Feld, so doch nur Teil eines größeren und neuen Arbeitsfelds für Architekten und Bauingenieure. Gemeint ist die Bausubstanzerhaltung in ihrer gesamten Breite. Beim Neubauen zeichnet sich in Europa eine Sättigung ab, sieht man vom örtlichen und temporären Fieber á la Berlin-Mitte ab. Man schätzt, daß sich das Bauen in der Zukunft etwa hälftig auf das Neubauen und den Substanzerhalt (Schützen, Instandhalten/-setzen, Anpassen an veränderte Nutzung, Verstärken/Ertüchtigen) von alten und gar nicht so alten Bauwerken aufteilen wird.

Die Methoden des Substanzerhalts von historisch bedeutsamen Bauwerken unterscheiden sich nicht prinzipiell von jenen, die man für andere, sich eben nicht als Bau-

denkmale qualifizierende einsetzt. Also ist Substanzerhalt als Ganzes zu sehen und zu lehren. Fragen der Baudenkmalflege und des Substanzerhalts sollten deshalb über die bestehenden Fachgebiete in die Lehre eingefügt werden. Für die Baudenkmalflege erscheinen folgende Fragestellungen wichtig:

- Baugeschichtlicher Bereich: Beziehung zwischen alten und gegenwärtigen Bauformen. Evolution von Konstruktionen und anderen Bauwerken
- Bereich Statik und Konstruktion: Entwicklung der Konstruktionstypen und Berechnungsmethoden. Exemplarische Bauwerksanalyse und Sicherung
- Bereich Baustoffkunde und Bauphysik: Evolution der Stoffe und Bauteile. Angriff und Zerstörung. Schutz, Instandsetzung und Pflege. Exemplarische Behandlung

Fragen dieser Art sollten im Grundfach nicht einzeln, sondern im Lehrstoff der Fächer integriert behandelt werden. Eine eigenständige Vertiefungsrichtung Denkmalflege und Substanzerhalt ist nicht zu empfehlen. Vielmehr ist Abstimmung zwischen den Vertiefungsrichtungen anzustreben. Die Verbindung zur Architektur und Baugeschichte ist anzustreben.

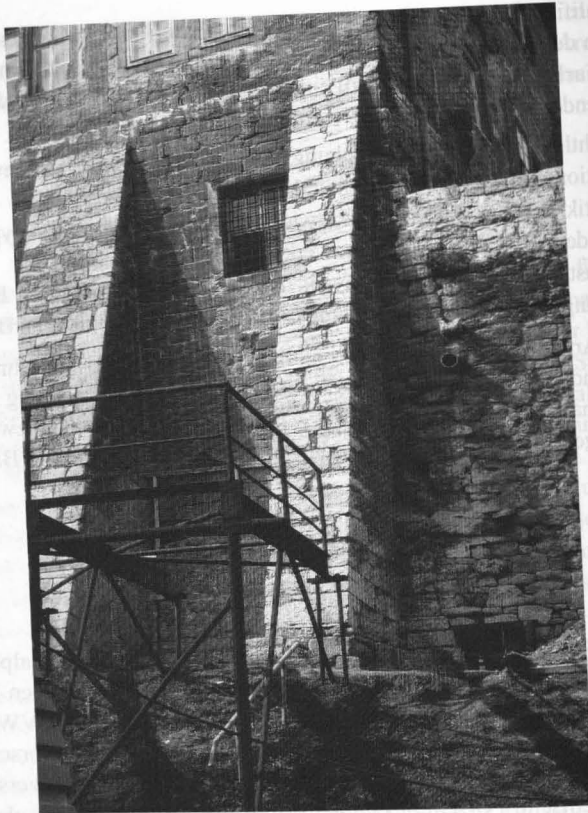
4. Einige Folgerungen für die Forschung

Nur wenige Bemerkungen über die Forschung für die Baudenkmalflege sind hier möglich. Sie wurde über lange Zeit hinweg von den großen öffentlichen Förderern eher stiefmütterlich behandelt. Mit dem Schwerpunkt „Archeometrie“ der VW-Stiftung wurde ein Wandel eingeleitet, der sich durch die Einrichtung des Sonderforschungsbereichs SFB 315 „Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke“ an der Universität Karlsruhe (TH) durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft fortsetzte. Etwa zur gleichen Zeit hat das BMBF sein Förderungsprogramm „Denkmalflege und Substanzerhaltung“ aufgelegt. An diesem sind wir seit rund zehn Jahren beteiligt.

Einen großen Schwerpunkt der BMBF-Forschung bildeten die Mechanismen der Verwitterung von Naturstein, dann von Ziegeln und Mörteln, von historischem Mauerwerk und die Schutzmaßnahmen vor weiterem Verfall. Wir hatten in diesem Themenbereich mehrere Aufgaben: Sondierung der Mauerwerksgefüge vor Ort; Quantifizierung der physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften der historischen Baustoffe; Entwicklung und Anwendung resistenter faserverstärkter Fugenmörtel.

Einen weiteren Schwerpunkt bildete und bildet noch heute die statisch-konstruktive Sicherung geschädigten Natursteinmauerwerks. Hierzu hatten wir folgende Beiträge zu leisten: Entwicklung von Methoden zur zuverlässigen Einschätzung der Tragfähigkeit von mittig und außermittig gedrücktem, mehrschaligem Mauerwerk; Tragfähigkeit und Rißbildung in Mauerwerksscheiben unter Setzungszwang (Interaktion: Bauwerk/Gründung/Bauwerk).

Unsere Forschung soll mit einigen Beispielen beschrieben werden. Bild 4 zeigt die Palaswand der Runneburg in Weißensee, Thüringen. Die Schiefstellung und Translation der Palaswand ließ Zweifel an der stützenden Wirkung des dargestellten Strebebeyl



*Bild 4:
Strebe Pfeiler an der Runneburg in Weißensee/Thüringen*

aufkommen. Zur Aufklärung wurden in-situ Belastungsversuche und Messungen durchgeführt. Tatsächlich hing der Strebe Pfeiler wie ein Rucksack an der Wand, stützte diese also nicht. Die Nachgründung durch Stahlpfähle über einen Stahlbetonring wurde nötig.

Um die Drucktragfähigkeit mehrschaliger Wandpfeiler zu messen und rechnerisch zu modellieren, wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. In Bild 5 ist ein solcher Pfeiler in der Prüfmaschine dargestellt. Er ist im übrigen aus einem historischen Bauwerk entnommen worden, das aufgebrochen werden mußte.

Werden Wandscheiben in eine Setzungsmulde hineingezwungen, dann treten oft breite Risse auf. Dieses Phänomen wird als Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Baugrund über die Gründung bezeichnet. Wir haben es auf zweierlei Weise studiert. Zum einen wurden elastisch gebettete Wandscheiben im Labor verkrümmt. Bild 6 zeigt den Versuchsaufbau. Die hellerleuchteten Punkte auf der Wand stammen von einer Blitzlichtaufnahme. Diese gehört zur Verformungsmessung durch die Nahbereichsphoto-

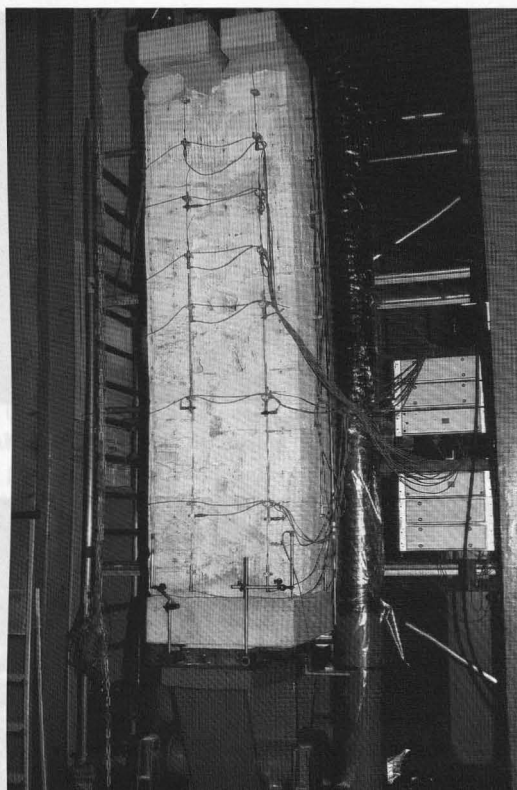
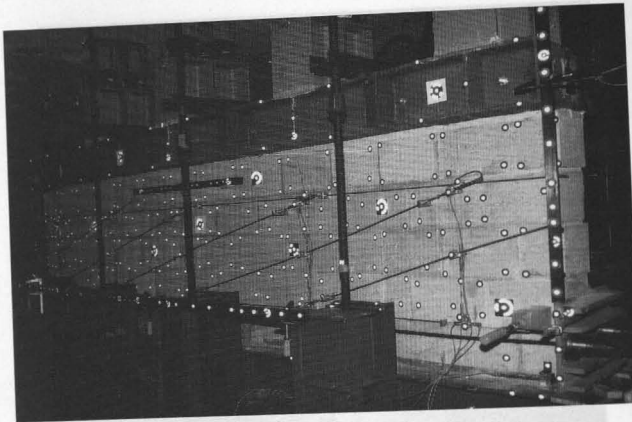


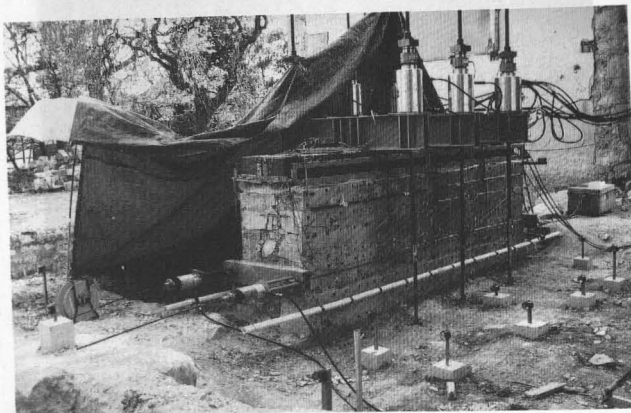
Bild 5:
Druckversuch an einem Wandfeiler

grammetrie, die von Herrn Prof. Wester-Ebbinghaus† und seinen Mitarbeitern durchgeführt worden ist.

Zum anderen haben wir in Zusammenarbeit mit Instituten des Fachbereichs 6 einen Belastungsversuch an einem historischen Bauwerk durchgeführt. Bild 7 zeigt den unteren Rest der Außenwand der Kirche in Hedeper, die wegen schwerer Schäden abgetragen werden mußte. Die Wandscheibe wurde über Erdanker von oben belastet. Umfangreiche Messungen der Wandverformungen und Fundamentsetzungen wurden durchgeführt. Das Ziel dieser Studien ist ein Ingenieurmodell zur Beschreibung der Verformungen, Rißbildung und des Versagens von Wänden unter Setzungszwang.



*Bild 6:
Wandscheibe unter Setzungszwang, Versuch im IBMB*



*Bild 7:
Wandscheibe unter Setzungszwang, in-situ Versuch in Hedeper*

5. Fazit

Der vorbeugende Schutz und die statisch-konstruktive Sicherung historischer Bauwerke stellt Architekten und Bauingenieure vor schwierige und herausfordernde Aufgaben. Wie sie hierauf in der Lehre vorbereitet werden können, wurde abrißhaft gezeigt.

Prof. Dr.-Ing. F. S. Rostásy
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
TU Braunschweig
Beethovenstraße 52 · 38106 Braunschweig